

На правах рукописи

Танков Денис Александрович

**ЛЕСНЫЕ ПОЖАРЫ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ДРЕВЕСНО-
КУСТАРНИКОВУЮ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ В ЛЕСАХ ОРЕНБУРЖЬЯ**

06.03.03 – Агролесомелиорация, защитное лесоразведение и озеленение
населенных пунктов, лесные пожары и борьба с ними

Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата
сельскохозяйственных наук

Екатеринбург – 2014

Работа выполнена в ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный аграрный университет»

Научный руководитель: Гурский Анатолий Акимович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный аграрный университет», кафедра лесоводства и лесовоспроизводства

Официальные
оппоненты: Калинин Константин Константинович - доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Поволжский государственный технологический университет», кафедра лесоводства, профессор;

Годовалов Геннадий Александрович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет», кафедра лесоводства, профессор

Ведущая организация: ФГБОУ ВПО Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

Защита состоится « 26 » июня 2014 года в 10⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета Д 212.281.01 при ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет» по адресу: 620100, г. Екатеринбург, Сибирский тракт, 37, ауд. 401.

Автореферат разослан « » 2014 г.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет»

Учёный секретарь
диссертационного совета,
канд. с.-х. наук, доцент

А.Г. Магасумова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Леса Оренбургской области при низкой лесистости территории (около 4,6 %) играют огромную роль в комплексе мер борьбы с неблагоприятными климатическими факторами, а также имеют исключительно важное почвозащитное, водоохранное и социально-экологическое значение. Одним из основных экологических факторов, влияющих на видовой состав, функционирование, сезонную и многолетнюю динамику внутриконтинентальных экосистем, несомненно, являются пожары.

Пирогенный фактор оказывает значительное воздействие на древесно-кустарниковую растительность, обуславливая существенные изменения в лесных биоценозах и трансформацию их структуры. Поэтому для сохранения и управления биологическим разнообразием лесных экосистем необходимо подробно изучить влияние на них пожаров.

Степень разработанности темы проблемы исследования. Во многих регионах РФ проводились масштабные исследования лесных пожаров и их влияния на древесно-кустарниковую растительность. Однако в Оренбургской области, несмотря на пирологическую неоднородность лесного фонда и различия в фактической горимости лесов, изучение лесных пожаров и их влияния на древесно-кустарниковую растительность имело отрывочный характер. В связи с этим, автор попытался выполнить данное исследование лесных пожаров и их влияния на древесно-кустарниковую растительность в лесах Оренбуржья.

Объект исследования: лесные пожары как фактор изменения древесно-кустарниковой растительности.

Предмет исследования: влияние лесных пожаров на древесно-кустарниковую растительность в лесах Оренбуржья.

Целью исследования является анализ влияния лесных пожаров на древесно-кустарниковую растительность Оренбургской области и разработка рекомендаций по оптимизации охраны лесных экосистем от пожаров в лесном фонде Оренбургской области.

В процессе работы по достижению поставленной цели решались следующие **задачи**:

- оценка возникновения видов вероятных лесных пожаров в чистых и смешанных насаждениях основных видов древесно-кустарниковой растительности;
- анализ горимости лесов, находящихся в ведении министерства лесного и охотничьего хозяйства Оренбургской области с 1986 по 2012 гг. и Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный парк «Бузулукский бор» (ФГБУ «Национальный парк «Бузулукский бор») за период с 1953 по 2012 гг.;
- оценка пространственно-временной структуры горимости лесов;

- разработка местных шкал балльной оценки фактической горимости;
- разработка лесопожарного районирования и рекомендаций по оптимизации мероприятий по охране лесов от пожаров по лесопожарным районам;
- прогнозирование возможного ущерба от лесных пожаров;
- изучение послепожарного состояния деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и прогнозирование отпада в искусственных сосновых насаждениях.

Научная новизна. Данная диссертация является первым систематизированным комплексным научным исследованием влияния лесных пожаров на древесно-кустарниковую растительность в лесном фонде Оренбургской области и современного состояния его охраны от пожаров. Приведены данные о связи породного состава насаждения с видом лесного пожара. Впервые для условий Оренбуржья выявлены общие закономерности пространственно-временного распределения лесных пожаров, обусловленные сезонной, недельной и суточной цикличностью. Определены продолжительность и сроки пожароопасных сезонов, а также периодов фактической горимости в лесном фонде объекта исследований. Предложены местные шкалы балльной оценки фактической горимости и вариант лесопожарного районирования. Даны рекомендации по оптимизации противопожарных мероприятий для выделенных лесопожарных районов. Предложены критерии для идентификации деревьев сосны как претендентов в отпад, так и жизнеспособных особей по таксационным показателям на основе прогнозных моделей.

Проведенное исследование является основой для разработки более совершенной системы охраны лесов от пожаров в лесостепной, степной и полупустынной зонах Оренбуржья.

Теоретическая и практическая значимость, реализация работы. Материалы исследования могут служить исходными положениями при разработке проектов организации охраны лесного фонда министерства лесного и охотничьего хозяйства Оренбургской области и ФГБУ «Национальный парк «Бузулукский бор» от пожаров. Разработанное в ходе исследований лесопожарное районирование может использоваться при планировании и организации работ по охране лесов от пожаров в Оренбургской области.

Предложенный прогноз возможного ущерба лесному фонду Оренбургской области может быть использован как статистическими службами, так и органами управления лесным хозяйством Оренбургской области.

Выявленные закономерности послепожарного отпада и прогнозные модели оценки послепожарного состояния деревьев могут использоваться при планировании и проведении санитарных рубок и

лесовосстановительных мероприятий в искусственных насаждениях сосны в районе исследований.

Материалы диссертации могут быть использованы в учебном процессе при преподавании курса «Лесная пирология» для бакалавров и магистров, обучающихся по направлению «Лесное дело».

Методология и методы исследований. Методология базируется на системном подходе и комплексных принципах оценки горимости. Использовались типовые и усовершенствованные методики, применяемые в таксации, дендрологии, лесной пирологии. При математико-статистической обработке материалов широко применялись методы кластерного, дискриминантного, корреляционного, регрессионного и других методов анализа с использованием пакета программ Microsoft Office Excel, Statgraphics Centurion XVI.I, Statistica 8, EasyFit Professional 5.40.

Степень достоверности полученных результатов исследования подтверждается достаточным по объёму и разнообразию экспериментальным материалом, применением научно-обоснованных методик, использованием современных методов статистической обработки, анализа и оценки достоверности данных. Основные результаты исследований получили статистически достоверную оценку.

Положения, выносимые на защиту. В работе исследованы и обоснованы следующие основные положения, представляемые к защите:

- построенные шкалы балльной оценки фактической горимости позволяют достоверно оценить действующую систему охраны лесов от пожаров;
- основные характеристики временной и пространственной структуры горимости лесов, отражающие общие закономерности процессов возникновения и развития лесных пожаров: длительность и сроки наступления пожароопасных сезонов и периодов фактической горимости, сезонной, недельной и суточной динамики числа и площади лесных пожаров, их пространственного распределения в Оренбургской области;
- эффективная охрана лесов от пожаров возможна только на основе научно-обоснованного лесопожарного районирования;
- надёжным, легко устанавливаемым визуально, показателем послепожарного отпада деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) является высота нагара на стволах.

Личный вклад автора. Автором разработана программа и методика исследований лесных пожаров и их влияния на древесно-кустарниковую растительность, проведены сбор, анализ и статистическая обработка полевого материала, обоснованы теоретические положения диссертационной работы. По результатам исследований сделаны выводы и

даны практические рекомендации. Опубликованные работы написаны лично автором или при непосредственном его участии.

Апробация работы. Основные теоретические положения и практические результаты исследований представлялись на международной (Актобе, 2011) и региональных (Оренбург, 2011, 2012) научно-практических конференциях, обсуждались на заседаниях кафедры лесоведения и лесовоспроизводства Института агротехнологий и лесного дела Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Оренбургский государственный аграрный университет» (ФГБОУ ВПО ОГАУ). Результаты исследований используются в учебном процессе Института агротехнологий и лесного дела ФГБОУ ВПО ОГАУ, а также внедрены в филиале Федерального бюджетного учреждения «Российский центр защиты леса» «Центр защиты леса Оренбургской области» (филиал ФБУ «Российский центр защиты леса» «Центр защиты леса Оренбургской области»).

Публикации. Основные положения диссертации изложены в 8 печатных работах (в том числе 4 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК Министерства науки и образования РФ).

Структура и объём работы. Диссертация изложена на 200 страницах машинописного текста, состоит из введения, 7 глав, выводов, списка использованной литературы из 277 источников (из них 17 на иностранных языках), содержит 24 таблицы, 19 рисунков и 9 приложений.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. Природно-климатические условия района исследований

Расположенная в центре Европейско-Азиатского материка Оренбургская область занимает площадь около 124 тыс.км² на юго-востоке европейской части России.

Лесная растительность расположена крайне неравномерно и сконцентрирована в основном по поймам крупных рек (60 %) и в северной части области. Средняя лесистость по области – 4,6 %.

2. Современное состояние вопроса

Лесные пожары возникали и до появления человека от природных явлений, но с увеличением численности и активизацией хозяйственной деятельности людей в возникновении лесных пожаров основной движущей силой стал антропогенный фактор (Нестеров, 1945; Таланцев, 1958; Романов, 1969; Арцыбашев, 1974, 1979; Диченков, 1976, 1977, 1978, 1988, 1993; Овсянников, 1978; Валендик, 1979; Душа-Гудым, 1984; Львов и др., 1984; Залесов, 1998, 2006; и др.).

Проведённый литературный обзор по теме работы свидетельствует о низкой информативности имеющихся работ о лесных пожарах и их

влияния на древесно-кустарниковую растительность в Оренбургской области.

3. Программа, методика исследований и объём выполненных работ

Особенности возникновения и развития пожаров устанавливали по публикациям, данным лесоустройства, «Книгам учёта лесных пожаров», по данным отчётов Филиала ФБУ «Российский центр защиты леса» «Центр защиты леса Оренбургской области», министерства лесного и охотничьего хозяйства Оренбургской области и ФГБУ «Национальный парк «Бузулукский бор».

Оценку влияния пожаров на древостой осуществляли рекогносцировочным методом, с закладкой в 2012 г. 5 временных пробных площадей (Демаков и др., 2003) на территории Соль-Илецкого муниципального района, в низкополнотных древостоях и редицах, пройденных низовыми пожарами летом 2010 г.

4. Горимость лесов Оренбургской области

С первой половины девяностых годов прошлого столетия в лесах засушливого пояса Российской Федерации и Республики Казахстан резко увеличилось количество пожаров и площадь, пройденная огнём, а также ущерб, нанесённый ими (Гусев и др., 2003; Юрченко и др., 2003; Аманбаев, 2004; Чеплянский, 2007; Устемиров, 2010). Данная тенденция не обошла стороной и Оренбургскую область. Этому способствовало противопожарное устройство лесного фонда области, в недостаточной степени обеспечивающее охрану лесов от пожаров (Лесной план ..., 2008).

Анализ данных показывает: за последние три пятилетия (с 1998 по 2012 гг.) среднегодовое количество пожаров возросло с 54 до 321 случая, а среднегодовая площадь увеличилась в 9,3 раза. Немного иная картина наблюдается с изменением площади среднего пожара. За три первых пятилетия средняя площадь одного пожара увеличилась с 3,01 га до 8,02 га. Период с 2008 по 2012 г. отличается снижением площади одного пожара до 5,62 га, что следует отметить как положительную динамику.

Организация эффективной охраны лесов области от пожаров невозможна без знания распределения пожаров во времени и пространстве. Для этого была исследована горимость лесного фонда (лесных земель) по частоте (количеству лесных пожаров на 1 млн. га) и по площади лесных пожаров на 1 тыс. га за определённый период времени (Комлев и др., 2004).

Разработаны шкалы балльной оценки горимости лесного фонда и лесных земель министерства лесного и охотничьего хозяйства Оренбургской области по степени горимости: очень высокой горимости, высокой горимости, средней горимости, низкой горимости и очень низкой горимости.

Для прогноза относительной горимости лесного фонда лесничеств по значениям частоты пожаров был проведён регрессионный анализ и получено уравнение:

$$P_{\text{л}} = (2,36044 + 2,05627 * \text{LN}(H_{\text{л}}))^2, \quad R^2 = 73,0 \% \quad (1)$$

где $P_{\text{л}}$ – среднегодовая частота пожаров в лесничестве, случаев/ 1 млн. га лесного фонда; $H_{\text{л}}$ – относительная горимость лесного фонда лесничеств, га/ 1 тыс. га лесного фонда.

Оценка горимости лесного фонда лесничеств с применением ранее разработанной шкалы балльной оценки горимости показала адекватность шкалы.

Охрана лесов Бузулукского бора является одной из важных задач в лесном хозяйстве Оренбургской области (Яшуров и др., 2003). Общее количество пожаров за 60 лет составило 1494 случая, при общей площади пройденной пожарами в 2276,55 га. В среднем за год регистрировалось 24 лесных пожара, при этом в среднем в год выгорало 37,9 га.

Последний пожарный максимум – 2010 год – отличается наибольшей площадью, пройденной лесными пожарами за 60 лет – 561,47 га.

5. Пространственно-временная структура горимости лесов Оренбургской области

Лесные пожары, за редким исключением, начинаются во второй-третьей декадах апреля и заканчиваются, как правило, во второй-третьей декадах октября. Исключением служит Бузулукский бор, где пожары фиксируются вплоть до первых чисел ноября.

Средняя продолжительность периода фактической горимости по объектам исследования составляет 183 дня, наименьшая наблюдается на северо-западе области – в Северном лесничестве (109 дней), наибольшая на территории Домбаровского лесничества (206 дней), а также Бузулукского бора (218 дней).

Между датой наступления конкретных пожароопасных сезонов (x_1) и их длительностью (y_1) существует связь описываемая следующим уравнением:

$$y_1 = \sqrt{(47159,3 - 6,11117 * x_1^2)}, \quad R^2 = 55,9 \% \quad (2)$$

Таким образом, в условиях Оренбургской области, в целом, прослеживается тенденция к увеличению продолжительности пожароопасного сезона и периода фактической горимости с севера на юг.

С помощью кластерного анализа (Многомерный статистический..., 1999) было исследовано сезонное распределение количества лесных пожаров в зависимости от сезона года. В зависимости от распределения количества пожаров по месяцам пожароопасного периода было выделено шесть кластеров.

В целом, в лесничествах Оренбургской области и Бузулукском бору периодами с наибольшим количеством пожаров являются апрель-май.

Кластерный анализ распределения количества лесных пожаров по дням недели по объектам исследования свидетельствует, что в большинстве случаев (за исключением Акбулакского лесничества) временной ряд характеризуется наличием полимодального распределения количества пожаров. Временные ряды полученных кластеров имеют сходный характер в части наличия пожарных пиков в воскресенье и праздничные дни и отличаются наличием менее выраженного пика в другие дни недели.

Анализ суточного числа лесных пожаров показывает наличие явно выраженной закономерности, выражающейся в значительном различии числа лесных пожаров, возникающих в разные интервалы суток. Результатом стало формирование трёх кластеров, содержащих часы суток, имеющих сходное распределение числа пожаров.

В первом кластере были объединены шесть часов суток с наибольшим количеством пожаров – это время с 12:00 до 18:00, когда за час возникает от 5,7 до 12,9 % суточного числа пожаров. В данный период складываются наиболее благоприятные условия для возникновения пожаров – температура достигает своего максимума, уменьшается относительная влажность воздуха, а вследствие этого – снижается и влажность горючих материалов.

Второй кластер состоит из двух временных отрезков – это время с 09:00 до 12:00, и с 18:00 до 21:00. В эти периоды в среднем возникает от 2,4 до 5,7 % суточного числа пожаров.

Третий кластер включает в себя 12 часов и длится с 21:00 до 09:00. В среднем за час возникает не более 2,9 % суточного числа пожаров.

Результаты кластерного анализа внутрисуточного распределения пожаров свидетельствуют о том, что лесные пожары в лесничествах Оренбургской области чаще всего возникают и быстрее распространяются во второй половине дня. Ночью и ранним утром, когда понижается температура и повышается влажность воздуха, вероятность возникновения лесных пожаров низкая.

Таким образом, внутрисезонное и суточное распределение пожаров в лесах Оренбургской области, указывает на наличие определённых максимумов числа пожаров в различные временные периоды. Полученные данные позволяют оптимизировать работу организаций, осуществляющих противопожарный мониторинг и ликвидацию пожаров на исследуемой территории.

6. Оптимизация охраны лесов от пожаров и лесопожарное районирование Оренбургской области

Для развития противопожарной охраны, проектирования природоохранных мероприятий важно знать точные количественные

характеристики площадей пройденных пожарами, законы их распределения.

Выбор теоретических кривых для выравнивания рядов распределения является одним из основных вопросов научных исследований. Оценка сходства рядов распределения площадей лесных пожаров с теоретическими распределениями проводилась по критериям согласия Колмогорова-Смирнова и Андерсона-Дарлинга при 5 %-ном уровне значимости и соответствующем числе степеней свободы в рядах. Выравнивание исследуемых рядов распределения площадей пожаров с помощью трёхпараметрического распределения Берра дало положительные результаты для 25 объектов из 27. С помощью данного распределения не удалось аппроксимировать ряды распределения площадей пожаров в Оренбургском лесничестве и Бузулукском бору.

Главной особенностью лесных пожаров, весьма затрудняющей деятельность лесопожарной охраны, является чрезвычайная неравномерность распределения пожаров во времени и пространстве, которая может реализоваться в крупных вспышках пожаров, способных уничтожить насаждения на значительных территориях.

В Оренбургском, Краснохолмском, Орском, Кувандыкском, Беляевском и Кваркенском лесничествах, а также Бузулукском бору, максимальное количество пожаров в сутки превышает 5 случаев. Поэтому в указанных объектах нужно, в первую очередь, улучшать материально-техническую часть пожарно-химических станций и планировать соответствующий запас средств пожаротушения. Кроме того, необходимо оптимизировать маршруты патрулирования.

Была разработана схема лесопожарного районирования лесного фонда министерства лесного и охотничьего хозяйства Оренбургской области. Для разделения объектов на классы использовали кластерный анализ (Халафян, 2007). Пространственное размещение выделенных лесопожарных районов Оренбургской области представлено на рисунке 1.

В центральный степной (припойменный) лесопожарный район вошли следующие лесничества: Ташлинское, Илекское, Краснохолмское, Чернореченское, Новосергиевское, Сакмарское, Саракташское и Кувандыкское.

В юго-западный степной лесопожарный район вошли три лесничества: Первомайское, Сорочинское и Бузулукское. В северо-западный лесостепной лесопожарный район входят восемь лесничеств: Абдулинское, Асекеевское, Бугурусланское, Северное, Грачевское, Пономаревское, Шарлыкское и Тюльганское. Центральный городской степной лесопожарный район включает в себя Оренбургское лесничество. Восточный городской степной лесопожарный район составляет Орское лесничество. Южный степной лесопожарный район включает Соль-Илецкое, Беляевское и Акбулакское лесничества. Восточный степной

сосновых боров лесопожарный район включает в себя Кваркенское и Адамовское лесничества. Восточный сухостепной лесопожарный район включает Домбаровское лесничество.

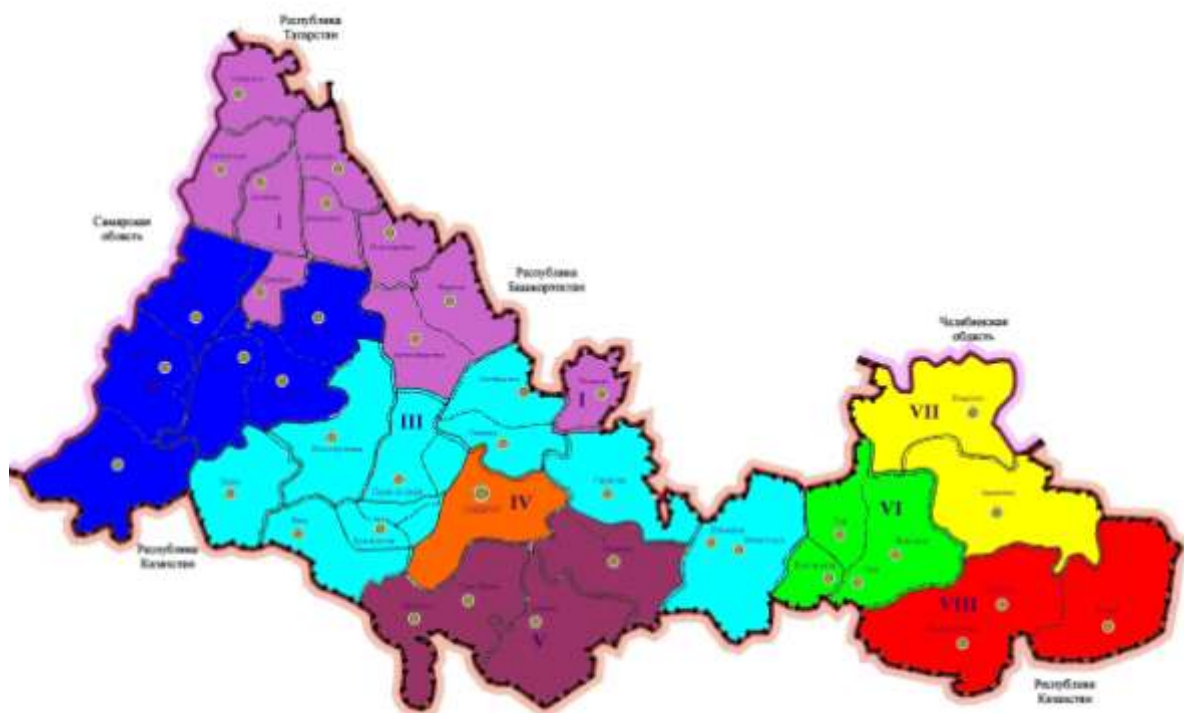


Рис. 1 – Лесопожарное районирование лесного фонда министерства лесного и охотничьего хозяйства Оренбургской области

I – Северо-западный лесостепной, II – Юго-западный степной, III – Центральный степной (припойменный), IV – Центральный городской степной, V – Южный степной, VI – Восточный городской степной, VII – Восточный степной сосновых боров, VIII – Восточный сухостепной.

Наибольшая удельная доля площадей, пройденных верховыми пожарами и устойчивыми низовыми пожарами высокой интенсивности (наиболее опасных для древесно-кустарниковой растительности) отмечена в насаждениях Южного степного лесопожарного района. Здесь суммарная доля данных видов пожаров составляет 63,2 %.

7. Исследование ущерба от лесных пожаров и прогнозирование послепожарного состояния низкополнотных древостоев и реди

Анализ динамики площадей насаждений в лесном фонде министерства лесного и охотничьего хозяйства Оренбургской области, подвергшихся воздействию неблагоприятных факторов за период с 2000 по 2012 гг. подтверждает, что ведущую роль в гибели насаждений играют пожары. Так, доля насаждений, погибших в результате воздействия пожаров, за указанный период составила 76,1 % от общей площади погибших насаждений.

На основе данных о динамике площадей насаждений, подвергшихся негативному воздействию лесных пожаров и в дальнейшем погибших, за период с 1998 по 2012 гг., было проведено моделирование на основе эмпирических данных по теоретическим законам распределения. Как итог – с вероятностью 95,0 %, можно утверждать, что в области площадь погибших от воздействия лесных пожаров древостоев за год не превысит 3320,9 га. С вероятностью 95,0 % совокупные потери древесины на корню от пожаров в течение года, не превысят 274032 куб.м.

По статистическим данным найдены вероятностные распределения, описывающие размер потерь в результате лесных пожаров. Так, возможный общий ущерб от лесных пожаров с вероятностью 95,0 %, не превысит 44 287 тыс. руб. в год в лесном фонде министерства лесного и охотничьего хозяйства Оренбургской области и 30393,9 тыс. руб. в лесном фонде ФГБУ «Национальный парк «Бузулукский бор».

Годовые затраты на тушение лесных пожаров с доверительной вероятностью 95,0 %, в лесном фонде министерства лесного и охотничьего хозяйства Оренбургской области не превысят 4792,4 тыс. рублей. Приняв, что затраты на тушение лесных пожаров пропорциональны их количеству, получим, что относительное количество денежных средств для тушения пожаров на каждый месяц пожароопасного периода в целом для области будет следующим: апрель – 26,1 %, май – 34,4 %, июнь – 5,1 %, июль – 9,2 %, август – 7,9 %, сентябрь – 11,1 % и октябрь – 6,2 %.

Поскольку затраты на тушение пожаров зависят от количества пожаров, была предпринята попытка спрогнозировать затраты на ликвидацию лесных пожаров в зависимости от их количества:

$$LN(Z_{\text{тп}}) = -5,50135 + (3,75458 * LN(LN(K))), \quad \text{при } R^2 = 88,3 \%, \quad (3)$$

где $Z_{\text{тп}}$ – затраты на тушение лесных пожаров, млн.руб., K – годовое количество пожаров, случаев.

После соответствующего преобразования данного уравнения, получили значения возможных затрат на ликвидацию определённого количества пожаров:

| | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| К, случаев | 20 | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 1000 |
| $Z_{\text{тп}}$, млн.руб. | 0,251 | 1,262 | 2,136 | 2,817 | 3,389 | 3,888 | 4,334 | 4,739 | 5,783 |

При исследовании суммарных затрат на тушение лесных пожаров в разрезе выделенных лесопожарных районов установлено, что наибольшие затраты на тушение приходятся на Центральный степной (припойменный) район – 35,9 %, а наименьшие – на Восточный сухостепной (4,3 %).

В редкостойных древостоях, пройденных низовыми пожарами, при высоте нагара до 2,0 м наибольший отпад по запасу и числу деревьев наблюдается в ступени толщины 6 см и составляет соответственно 46,2 и 40,0 %.

В низкополнотных древостоях, пройденных низовыми пожарами, при высоте нагара до 2,0 м все деревья сосны в ступенях толщины 4 и 6 см утратили жизнеспособность. С увеличением высоты нагара до 4,0 м наблюдается стопроцентный отпад в ступенях толщины 6 и 8 см.

Таким образом, по мере увеличения высоты нагара, возрастает доля отпада по ступеням толщины как в низкополнотных насаждениях сосны, так и редирах.

Для описания реакции дерева на воздействие низового пожара, был применён дискриминантный анализ. Для отнесения того или иного дерева сосны к жизнеспособным или к претендентам на отпад через некоторый промежуток времени, были определены классификационные функции (таблица 1).

Таблица 1 – Классификационные дискриминантные функции для прогноза послепожарного состояния деревьев сосны в Соль-Илецком районе (пределы показателей – высота нагара от 0,3 до 6,0 м, диаметр дерева от 4,0 до 28 см, высота дерева от 2,0 до 13,0 м)

| Классификационные дискриминантные функции | Качество классификации, % | № уравнения |
|---|---------------------------|-------------|
| ТЛУ – сухой сугрудок, низкополнотные насаждения сосны (среднее значение качества классификации – 85,6 %) | | |
| $K_1 = -15,8048 + 0,37684 \cdot D - 0,620402 \cdot L + 2,26487 \cdot H + 0,825577 \cdot H_{кр}$ | 84,44 | 4 |
| $K_2 = -13,1144 - 0,0463639 \cdot D + 0,497414 \cdot L + 2,32226 \cdot H + 0,278083 \cdot H_{кр}$ | 86,96 | 5 |
| ТЛУ – свежая суборь, редира (среднее значение качества классификации – 87,28 %) | | |
| $K_1 = -11,725 + 0,305333 \cdot D - 0,259577 \cdot L + 1,43184 \cdot H + 1,5675 \cdot H_{кр}$ | 90,4 | 6 |
| $K_2 = -10,2294 - 0,00782544 \cdot D + 2,24153 \cdot L + 1,04781 \cdot H + 1,36524 \cdot H_{кр}$ | 79,17 | 7 |
| Примечание. K_1 – группа жизнеспособных деревьев; K_2 – группа претендентов на отпад; D – диаметр дерева, см; H – высота дерева, м; L – высота нагара, м; $H_{кр}$ – высота до кроны, м; ТЛУ – тип лесорастительных условий | | |

Наблюдение приписывается той группе, для которой классификационная функция имеет наибольшее значение.

В низкополнотных насаждениях сосны прогноз деревьев идущих в отпад, проводится надежней (86,96 %), чем жизнеспособных деревьев (84,44 %). В итоге значимые показатели обеспечивают высокое качество разделения: совпадение составляет в среднем 85,6 %.

Для редири, напротив, прогнозные модели для жизнеспособных деревьев сосны более надёжны (90,4 %), по сравнению с претендентами в отпад (79,17 %). В среднем качество разделения довольно высокое – 87,28 %.

Полученные прогнозные модели показали высокую адекватность и пригодность для оценки послепожарного состояния деревьев сосны в низкополнотных насаждениях и редирах Соль-Илецкого района. Однако следует отметить, что модели имеют местное значение. Кроме того они справедливы лишь в пределах минимальных и максимальных значений переменных. Хотя этот диапазон достаточно широк, но всё же ограничен.

Выводы

В целом, в результате проведенных исследований по проблеме лесных пожаров и их влияния на древесно-кустарниковую растительность получены следующие основные обобщения и выводы:

1. Обнаружены тенденции распространения различных видов пожаров в зависимости от породного состава насаждений.

2. Разработанные шкалы балльной оценки фактической горимости обеспечивают адекватную оценку горимости лесов.

3. В условиях Оренбургской области, в целом, прослеживается тенденция к увеличению продолжительности пожароопасного сезона и периода фактической горимости с севера на юг.

4. В объектах исследования периодами с наибольшим количеством пожаров являются апрель-май.

5. Временной ряд распределения количества лесных пожаров по дням недели по объектам исследования характеризуется наличием полимодального распределения количества пожаров. Полученные кластеры имеют сходный характер в части наличия пожарных пиков в воскресенье и праздничные дни и отличаются наличием менее выраженного пика в другие дни недели.

6. Подавляющее большинство лесных пожаров, как правило, возникает в период с 12:00 до 18:00. Лесные пожары, возникающие с 13:00 до 17:00, охватывают значительные площади.

7. Проведённые исследования позволяют заключить, что распределение площади отдельно взятого лесного пожара по объектам исследования удовлетворительно аппроксимируется распределением Берра (уровень значимости $\alpha=0,05$).

8. В районе исследований наибольшее число возгораний достигает 17 случаев в сутки (Оренбургское лесничество).

9. Разработанный вариант лесопожарного районирования Оренбургской области может служить объективной основой для планирования работ по профилактике лесных пожаров, определению режимов работы лесной охраны, а также распределения сил и средств пожаротушения.

10. Годовые затраты на тушение лесных пожаров с доверительной вероятностью 95,0 %, в лесном фонде министерства лесного и охотничьего хозяйства Оренбургской области не превысят 3219,3 тыс. рублей.

11. По мере увеличения высоты нагара, возрастает доля отпада по ступеням толщины в низкополнотных сосновых насаждениях и редирах.

12. В низкополнотных насаждениях сосны и редирах, пройденных низовыми пожарами, прогноз разделения деревьев на жизнеспособные и претенденты в отпад, осуществлённый на основе дискриминантного анализа и учитывающий диаметр дерева, высоту дерева, высоту нагара и высоту до кроны, обеспечивает высокое качество разделения.

Рекомендации и предложения производству

При планировании мероприятий по охране лесов от пожаров и ликвидации их последствий на территории Оренбургской области рекомендуется:

1. Учитывать выявленные особенности распределения видов пожаров по насаждениям основных видов древесно-кустарниковой растительности.

2. Применять местные шкалы балльной оценки фактической горимости.

3. Учитывать сроки и продолжительность пожароопасных сезонов, а также периодов фактической горимости в лесничествах области.

4. Учитывать пространственно-временную структуру распределения лесных пожаров, обусловленную сезонной, недельной и суточной цикличностью пожаров.

5. Использовать таблицу вероятности возникновения пожаров определённой площади и таблицу вероятности возникновения определённого количества возгораний в сутки по лесничествам области.

6. Использовать схему лесопожарного районирования лесничеств Оренбургской области.

7. Учитывать прогноз возможного ущерба, который может быть нанесён лесными пожарами и затрат на их тушение.

8. Применять критерии для идентификации деревьев сосны как претендентов в отпад, так и жизнеспособных особей по таксационным показателям на основе прогнозных моделей в древостоях повреждённых низовыми пожарами.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

Публикации в рецензируемых научных журналах и изданиях, предусмотренных перечнем ВАК Минобрнауки РФ, для опубликования основных научных результатов диссертаций

Кубасов, А. В. Санитарное и лесопатологическое состояние лесов Оренбуржья [Текст] / А. В. Кубасов, О. М. Гаврилина, Д. А. Танков, А. Н. Палаев // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2011. – № 4. – С. 13–15.

Танков, Д. А. Некоторые особенности сезонной и суточной динамики лесных пожаров на территории Оренбургской области [Текст] / Д. А. Танков, Н. А. Жамурина, А. А. Танков // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2013. – № 1. – С. 195-197.

Танков, Д. А. О некоторых особенностях формирования пожароопасных сезонов в Оренбургской области [Текст] / Д. А. Танков // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2013. – № 3. – С. 245-248.

Танков, Д. А. Оценка горимости лесов Оренбургской области [Текст] / Д. А. Танков, А. А. Танков // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2013. – № 5. – С. 14-16.

Публикации в других научных изданиях

Кубасов, А. В. Лесные пожары и влияние их на санитарное состояние лесов Оренбургской области [Текст] / А. В. Кубасов, Д. А. Танков, А. Н. Палаев, О. М. Гаврилина // Проблемы сохранения лесов и увеличение лесистости территории, перспективы развития и содержания зеленых насаждений: Материалы Международной научно-практической конференции, посвящённой 20-летию независимости Республики Казахстан. – Актобе: ТОО «Центр оперативной печати», 2011. – С. 296-303.

Танков, Д. А. Анализ горимости лесов ГУ «Первомайское лесничество» [Текст] / Д. А. Танков // Ежегодная областная молодежная научно-практическая конференция: сб. мат. – Оренбург: ООО «Агентство «Пресса», 2012. – С. 175.

Танков, Д. А. Прогноз послепожарного состояния деревьев сосны обыкновенной в низкополнотных древостоях и редирах в условиях степной лесорастительной зоны Оренбургской области [Текст] / Д. А. Танков // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. – 2013. – № 2. – С. 63–66.

Танков, Д. А. Лесопожарное районирование лесного фонда министерства лесного и охотничьего хозяйства Оренбургской области [Текст] / Д. А. Танков, А. А. Танков, Н. А. Жамурина // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. – 2013. – № 2. – С. 67–74.